

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-337938

(43)Date of publication of application : 06.12.1994

(51)Int.Cl.

G06F 15/70

G01P 3/36

G01P 13/00

G06F 15/62

(21)Application number : 05-122563

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 25.05.1993

(72)Inventor : NAOI SATOSHI
EGAWA KOICHI
SHIOBARA MORIHITO

(30)Priority

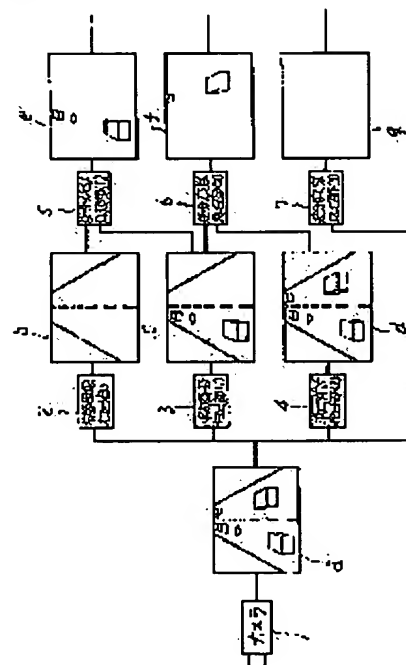
Priority number : 05 73319 Priority date : 31.03.1993 Priority country : JP

(54) PICTURE PROCESSOR AND DISTANCE MEASURING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a picture processor capable of quickly analyzing the motion of moving objects even when plural moving objects having respectively different moving speeds exist or when a still object is included.

CONSTITUTION: This picture processor is provided with a picture input means 1 for inputting a picture including a background and objects, a background picture extracting means 2 for storing and outputting the background, the 1st average background extracting means 3 for extracting a picture including moving objects within the 1st speed and the background, and the 2nd average background extracting means 4 for extracting a picture including moving objects having speeds from the 1st speed up to the 2nd speed and the background. The processor is also provided with the 1st difference operation processing means 5 for finding out a difference between the output of the means 2 and either one of outputs from the means 3 and generating a speed picture, the 2nd difference operation processing means 6 for finding out a difference between outputs from both the means 3, 4 and generating a speed picture and the 3rd difference operation processing means 7 for finding out a difference between the output of the means 1 and either one of outputs from two average background extracting means and generating speed picture.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-337938

(43) 公開日 平成6年(1994)12月6日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/70	4 1 0	8837-5L		
G 0 1 P 3/36		C		
13/00		A		
G 0 6 F 15/62	4 1 5	9287-5L		

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平5-122563

(22) 出願日 平成5年(1993)5月25日

(31) 優先権主張番号 特願平5-73319

(32) 優先日 平5(1993)3月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 直井 聡

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 江川 宏一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 塩原 守人

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山谷 晴榮

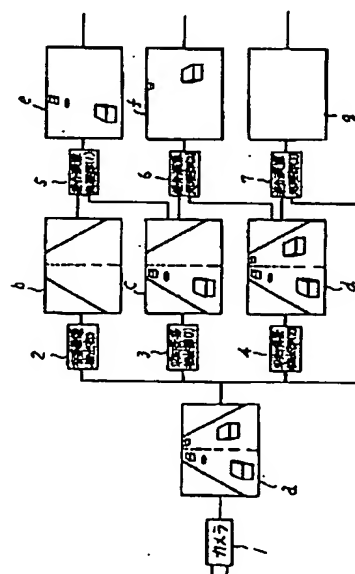
(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び距離測定装置

(57) 【要約】

【目的】 異なる速度の移動物体が複数存在する場合でも、静止している物体が存在する場合でも短時間でこれらの動きを解析できる画像処理装置を提供する。

【構成】 背景及び物体を含む画像を入力する画像入力手段1と、背景を保持、出力する背景画像抽出手段2と、第1の速度までの移動物体と背景が含まれる画像を抽出する第1平均背景抽出手段3と、第2の速度までの移動物体と背景が含まれる画像を抽出する第2平均背景抽出手段4と、背景画像抽出手段2の出力と、前記第1平均背景抽出手段のいずれかの出力との差分を求めて速度画像を生成する第1差分演算処理手段5と、前記2つの平均背景抽出手段の出力の差分を求めて速度画像を生成する第2差分演算処理手段6と、前記画像入力手段1の出力と、前記2つの平均背景抽出手段のいずれかの出力との差分を求めて速度画像を生成する第3差分演算処理手段7を具備した。

本発明の原理図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 背景及び物体を含む画像を入力する画像入力手段(1)と、

背景を保持、出力する背景画像抽出手段(2)と、

第1の速度までの移動物体と背景が含まれる画像を抽出する第1平均背景抽出手段(3)と、

第2の速度までの移動物体と背景が含まれる画像を抽出する第2平均背景抽出手段(4)と、

背景画像抽出手段(2)の出力と、前記第1平均背景抽出手段のいずれかの出力との差分を求めて速度画像を生成する第1差分演算処理手段(5)と、

前記2つの平均背景抽出手段の出力の差分を求めて速度画像を生成する第2差分演算処理手段(6)と、

前記画像入力手段(1)の出力と、前記2つの平均背景抽出手段のいずれかの出力との差分を求めて速度画像を生成する第3差分演算処理手段(7)を具備したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記画像入力手段(1)の出力を、複数の局所領域に設定する局所領域決定手段(11)と、物体を分離するラベル処理手段(13)と、特徴量を算出する特徴量算出手段(14)を有する局所領域内特徴量抽出処理手段により処理することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 背景と低速の平均背景画像との差分をとり、差分画像に対し連結領域を抽出し、連結領域毎に投影をとり、物体の位置を算出し、物体の縦横の長さ、面積等の特徴量を算出し、時刻毎に物体の位置変化と特徴量の変化を求め、その変化が少ないことにより停止物体を抽出するようにしたことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記差分演算処理手段から出力される速度画像毎に、前記局所領域に対応してそれぞれ局所領域内特徴量抽出処理手段を具備する局所領域内特徴抽出手段を設けたことを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記各局所領域内特徴抽出手段の出力にもとづき各局所領域内の物体の存在を時系列的に検知して作表する作表手段(20-2)を有する軌跡算出手段(20)を設けたことを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項6】 軌跡算出手段(20)に特徴を抽出する特徴解析手段(20-1)を設け、前記特徴算出手段(14)より算出された特徴のうち物体の形状特徴により同一移動物体の軌跡を作表するようにしたことを特徴とする請求項5記載の画像処理装置。

【請求項7】 複数の局所的な処理領域を設定し、各処理領域における物体の通過の有無と、物体の形状特徴、通過時の時刻より同一移動物体の軌跡を算出し、物体の急激な速度変化や方向変化を判別し移動物体を同定することを特徴とする請求項5記載の画像処理装置。

【請求項8】 複数の局所領域を物体のサイズに応じて設定し、前記軌跡算出手段に表解析部(20-3)を設け、大きい物体が小さい物体を隠す場合でもこれらの局所領域の軌跡を判別して同一移動物体の軌跡を認識することを特徴とする請求項5記載の画像処理装置。

【請求項9】 複数の局所領域を設定し、各局所領域における物体の通過の有無の周期性及同一形状特徴の周期性を調べ、点滅している物体を同定することを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

【請求項10】 2つの移動物体間の距離を算出する装置において、

画像を入力する画像入力手段(114)と、

背景にマーカを設置するマーカ設置手段(110)と、

移動物体を抽出する移動物体抽出手段(128)と、

移動物体を追跡する追跡手段(131)と、

異なる移動物体間に存在するマーカを抽出するマーカ抽出手段(129)と、

マーカのサイズにもとづき移動物体間の距離を算出する距離測定手段(113)を具備したことを特徴とする距離測定装置。

【請求項11】 前記マーカ設置手段(110)により連結していない複数のマーカを背景に設置するとともに、マーカのサイズ、形状、個数を算出する連結領域位置・形状算出手段(125)と、マーカの形状、サイズをあらかじめ保持するマーカ辞書手段(127)と、異なる移動物体間に存在するマーカの形状と辞書を参照するマーカ照合手段(126)と、照合によりマーカと確認できたマーカ数を算出して移動物体間の距離を算出することを特徴とする請求項10記載の距離測定装置。

【請求項12】 移動物体間に存在するマーカの数を追跡して異なる移動物体間の距離を算出することを特徴とする請求項11記載の距離測定装置。

【請求項13】 2つの車両間の距離を算出する装置において、

背景となる道路上において車両の進行方向に垂直な白線を等間隔に引く設置手段(110)と、

あらかじめこの白線の縦横の長さを計測してこれを保持するマーカ辞書手段(127)と、

連結領域の抽出を行う連結領域抽出手段(124)と、

白線領域と同じラベル領域の面積、形状を算出し、縦横の長さより白線の面積や矩形サイズの確認を行う連結領域位置・形状算出手段(125)と、

連続する白線領域を追跡する対応づけ部(132)と、

確認した白線の中で連続する白線の本数を求め白線の間隔より移動車両間の距離を算出する距離測定手段(113)を具備することを特徴とする車両間の距離測定装置。

【請求項14】 前記連結領域・形状算出手段(125)を、ラベリングにより連結成分に分離し、連結成分

毎に投影値を求め、投影値により連結成分の縦と横の長

3

さを算出し、縦横の積と投影値の総和を比較して、矩形か否かを判別するようにしたことを特徴とする請求項13記載の車両間の距離測定装置。

【請求項15】 前記連結領域位置・形状算出手段(125)を、2値化又は色抽出した2次元XY画像に対して輪郭抽出を行い、そのX、Yの最大値及び最小値と周囲長を求め、これらの値があらかじめ保持されているものと一致するか否かを比較して一致したとき矩形と判断することを特徴とする請求項13記載の車両間の距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、背景画像と、静止物体またはある速度までの移動物体と背景が含まれる画像を組み合わせ、差分処理を行うことにより静止物体または移動物体を同定したり、移動物体の動きを解析できるようにした画像処理装置に関する。

【0002】また物体が移動する背景にマーカを設置し、マーカを画像処理で抽出してマーカが定常状態か否かを検出することにより、移動体とマーカの重なり部分を断定し、移動物体間に存在する定常状態のマーカサイズを算出して移動物体間の距離を求めることができるようにした画像処理装置に関する。

【0003】画像中の移動物体を抽出し、解析し、何らかの情報を得る技術は様々な産業分野において必要不可欠である。例えば人間や動物等生物の動きを解析し、それから得た知識を基にして商品の設計等に応用するようなことは、より安全で合理的な商品開発に必要である。

【0004】また画像を用いた監視処理は種々の場所において利用されており、事故や災害等の発見に寄与している。しかも近年では単に異常や有事を検知するのみにとどまらず、事故や災害を未然に防ぐという防災の目的が強くなってきている。

【0005】そのためには事故や災害をもたらす異常な動きを示す対象物をいち早く検出する必要がある。そこで移動物体の動きを捕らえ解析したり、移動物体間の距離を精度よく算出したりして、その値からいち早く事故や災害をもたらす異常な動きをする移動物体を検出する効率的な手法が必要である。

【0006】

【従来の技術】ところで、画像処理を応用した移動物体の解析として、本特許出願人の出願にかかる例えば特願平3-320594号、特願平3-320597号等が先行技術としてあるが、これらでは始めに移動物体があるかも知れない領域抽出を行い、それらの領域のサイズや中心位置等の特徴から対象物を区別し、この対象物の時間的な変化からその動きを捕らえている。

【0007】例えば人間の運動解析を行う場合、始めに解析したい部分を抽出する。この抽出した対象に対して投影値や領域の中心値等の特徴量を算出し、この特徴量

4

を基にして物体を区別する。次にこのような上記の特徴量の算出処理を時間的な流れのある画像つまり連続画像に対して処理を行い、特徴量から画像間での物体の対応付けを行い、動きを解析している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このような上記の手法では、時系列画像それぞれに対して、物体全ての領域抽出・同定処理を行い、且つ画像間での物体の対応付けを求めなければ、移動物体の属性の抽出、例えば速度を求めることができない。

【0009】移動物体がただ1つのみであれば画像間の対応付けは単純であり、比較的簡単にこの時間軸の変化を含めた、例えば速度の如き属性を求めることができる。しかし移動物体が数多く存在する場合においては画像間の対応付けは難しく、しかも物体が静止していたり、別々の速度で移動している場合は、それら全てについてビデオレート処理を行うのは困難である。

【0010】従って本発明の目的は、移動物体が数多く存在する場合でも、静止していたり異なる速度で移動している場合でもビデオレートでこれらの動きが解析できる画像処理装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明では、図1に示す如く、ビデオカメラの如き画像入力部1と、背景画像抽出部2と、第1平均背景抽出部3と、第2平均背景抽出部4と、第1差分演算処理部5と、第2差分演算処理部6と、第3差分演算処理部7を設ける。

【0012】背景画像抽出部2は静止物体及び移動物体を除き背景のみを抽出し、保持するものであり、例えば静止物体も移動物体も抽出されない時に入力画像を保持蓄積するものである。この背景は予めシステムに組み込んでおくこともできる。第1平均背景抽出部3は、停止物体と低速移動物体及び背景を抽出するもの、第2平均背景抽出部4は、停止物体と低速移動物体と中速移動物体及び背景を抽出するものである。

【0013】また第1差分演算処理部5は背景画像抽出部2の保持している背景と、第1平均背景抽出部3の出力との差分を取るものである。第2差分演算処理部6は第1平均背景抽出部3の出力と第2平均背景抽出部4の出力との差分を取るものである。第3差分演算処理部7は第2平均背景抽出部4の出力と画像入力部1の出力との差分を取るものである。

【0014】

【作用】いま、図1のaで示すように、道路の左車線に停止車両が存在しかつ低速車両が走行し、黒印で示す障害物が存在しており、また右車線に2台の中速車両が走行している場合について、本発明の動作を説明する。

【0015】画像入力部1から画像aが入力されると、第1平均背景抽出部3からcで示す画像が出力され、第

2 平均背景抽出部 4 から d で示す画像が出力される。また背景画像抽出部 2 では b で示す背景画像が保持、出力されている。

【0016】したがって、第 1 差分演算処理部 5 からは背景画像 b と画像 c との差分である画像 e が出力され、第 2 差分演算処理部 6 からは画像 c と画像 d との差分である画像 f が出力される。そして第 3 差分演算処理部 7 からは画像 d と画像 a の差分である画像 g が出力される。

【0017】これにより、第 1 差分演算処理部 5 からは左車線に存在する 2 台の停止車両又は低速車両と障害物が画像 e として出力され、第 2 差分演算処理部 6 からは右車線に存在する 2 台の中速車両が画像 f として出力される。しかし画像 a には中速より速く走行する車両が存在しないので、第 3 差分演算処理部 6 の出力する画像 g には何も出力されないものとなる。

【0018】このようにして異なる速度で移動する複数の移動物体の動きをビデオレートで処理することができる。

【0019】

【実施例】

A. 第 1 実施例

本発明の一実施例を図 2 ～図 10 にもとづき説明する。図 2 は本発明の一実施例構成図、図 3 は本発明における原画像説明図、図 4 は本発明における局所領域説明図、図 5 は本発明における速度画像抽出説明図、図 6 は本発明における局所領域内特徴量抽出部の説明図、図 7 は停止物体と低速移動物体の存在する場合の説明図、図 8 は中速移動物体説明図、図 9 は高速移動物体説明図、図 10 は大型移動物体説明図である。

【0020】図中他図と同記号は同一部を示し、1 は画像入力部、2 は背景画像抽出部、3 は第 1 平均背景抽出部、4' は第 n 平均背景抽出部、5 は第 1 差分演算処理部、6 は第 2 差分演算処理部、7' は第 n+1 差分演算処理部、8 は第 1 局所領域内特徴量抽出部、9 は第 2 局所領域内特徴量抽出部、10 は第 n+1 局所領域内特徴量抽出部、20 は軌跡算出部である。

【0021】画像入力部 1 は監視すべき領域の画像をビデオレートで入力するものであり、例えばビデオカメラである。背景画像抽出部 2 は監視すべき領域の背景画像を入力し、保持するものであり、後述するように移動物体と静止物体のいずれも抽出されないときに随時入力して、後述する図 5 (A) で示す背景画像メモリ 2-1 に蓄積したり、予めシステムに保持しておくこともできる。

【0022】第 1 平均背景抽出部 3 は停止物体と低速移動物体及び背景を抽出するものであり、また第 n 平均背景抽出部 4' は停止物体と低速～高速の移動物体及び背景を抽出するものである。これらの第 1 平均背景抽出部 3 ～第 n 平均背景抽出部 4' により移動物体の速度別画

像を作成することができる。

【0023】勿論第 1 平均背景抽出部 3 と第 n 平均背景抽出部 4' との間に、停止物体と低速～中速の移動物体及び背景を抽出する他の平均背景抽出部（例えば図 1 における第 2 平均背景抽出部 4）を設けられることもできる。

【0024】第 1 差分演算処理部 5 は背景画像抽出部 2 の出力と第 1 平均背景抽出部 3 の出力との差分を取るものであり、第 2 差分演算処理部 6 は第 1 平均背景抽出部 3 の出力と第 n 平均背景抽出部 4' の出力との差分を取るものである。そして第 n+1 差分演算処理部 7' は第 n 平均背景抽出部 4' の出力と画像入力部 1 の出力との差分を取るものである。

【0025】これら差分演算処理部により、目的の速度で移動している物体のみを抽出することができる。勿論図 1 に示す如く、n=2 の状態で構成することもできる。差分演算処理部の種類は前段の平均画像抽出部に依存しており、その種類つまりどの平均画像抽出部間の出力差を求めるのかということは定まったものではない。しかし最大数は、平均背景画像抽出部の数と背景画像抽出部と原画像すなわち画像入力部の出力画像の和を X（図 1 の場合は 4）とすると、 $X * (X - 1) / 2$ （* は乗算を示す）だけの種類の差分演算処理部を設定することができる。

【0026】第 1 局所領域内特徴量抽出部 8 は、第 1 差分演算処理部 5 の出力を受けて、後述するように、その定められた領域内の特徴量の有無や物体の形状特徴等を求める。ここで求めた特徴量の有無とは位置変化を表し、形状特徴は例えばバス乗用車等の対象物体の属性を表すものである。

【0027】第 2 局所領域内特徴量抽出部 9 は、第 2 差分演算処理部 6 の出力を受けてその定められた領域内の特徴の有無や物体の形状特徴等を求めるものである。第 n+1 局所領域内特徴量抽出部 10 は、同様に第 n+1 差分演算処理部 7' の出力を受けてその定められた領域内の特徴の有無や物体の形状特徴等を求めるものである。

【0028】軌跡算出部 20 はこれら第 1 局所領域内特徴抽出部 9 ～第 n+1 局所領域内特徴部 10 の出力にもとづき、特徴量の有無の時系列変化から物体の軌跡を算出したり、さらに形状特徴から同一物体の軌跡を求める等の処理を行うものであり、物体の形状特徴解析を行う特徴解析部 20-1、作表を行う作表部 20-2、表の解析を行う表解析部 20-3 等を具備している。

【0029】本発明を道路監視用、例えばトンネル内の監視用に使用した場合について以下に説明する。図 3 (A) はトンネル内に設置した画像入力部 1 で撮影したある時刻の画像であり、同 (B) はそれから数秒後に撮影した画像である。画像入力部 1 ではビデオレートで連続して撮影しているため、この 2 つの画像の間に図示省

略した画像が連続撮影されている。

【0030】図3(A)、(B)において右車線Rは正常に車両が流れているが、左車線には故障車P₁が停車しており尾燈を点滅させている。しかもこの故障車P₁の後方には障害物P₂があり、この障害物P₂に気づいた後続車両P₃は減速して低速走行しているものと仮定する。以後この2枚を用いて説明するが、ビデオレートで連続して処理を行っているものと仮定する。

【0031】また画像入力部1で撮影される画像領域は、図4に示す如く、複数の局所領域に設定される。図4においてL0~L4は左車線用の車両追跡用局所領域であり、このうちL0は大型車検出用の局所領域であり、L1~L4は追跡用の局所領域である。同様にR0~R4は右車線用の車両追跡用局所領域であり、R0は右車線での大型車検出用局所領域であり、R1~R4は追跡用の局所領域である。

【0032】次に図5により本発明における速度画像抽出状態を説明する。図5は、停止物体と低速移動物体、中速移動物体、高速移動物体の3種類をそれぞれ出力するものであり図1に対応するものであり、また図2に關して対応させる場合には、 $n=2$ の場合における背景画像抽出部2、第1平均背景抽出部3、第 n 平均背景抽出部4'、第1差分演算処理部5、第2差分演算処理部6、第 $n+1$ 差分演算処理部7'に相当するものである。

【0033】背景画像抽出部2の画像メモリ2-1には背景が保持されており、この背景がルックアップテーブル②の*i*として入力される。ルックアップテーブル②の他方の入力*j*は、ルックアップテーブル③の出力である背景+停止物体+低速物体が入力される。

【0034】ルックアップテーブル②は、図5(B)に示す如く、 $|i-j|$ の値が閾値 th_2 (例えば $th_2=50$)より大きいとき $|i-j|$ を出力する。したがって背景の部分については $i=j$ のためルックアップテーブル②からの出力*k*は $k=0$ であるので、ルックアップテーブル②の出力は停止物体と低速物体の存在する部分だけ $|i-j|$ が出力され、ルックアップテーブル④に*i*として入力される。

【0035】このときルックアップテーブル①の他方の入力*j*には画像入力部1で撮影された入力画像が入力される。この入力画像は、背景と停止物体(障害物も含む)と低速物体と中速物体と高速物体が含まれており、このうち、停止物体(障害物も含む)と低速物体の存在する部分にのみ $|i-j|$ の値が入力されることになる。

【0036】なお、ルックアップテーブル①は、図5(B)に示す如く、*i*の値が閾値 th_1 (例えば $th_1=5$)のとき*j*からの入力を出力*k*とし、それ以外は $k=0$ となる。それ故、ルックアップテーブル①から入力画像の内の停止物体(障害物も含む)と低速物体のみが

出力される。

【0037】ところでルックアップテーブル③は画像入力部1で撮影された入力画像が*i*として入力され、画像メモリ3-1に保持された画像が*j*として入力される。そして $i=j$ のとき出力*k*として画像メモリ3-1に保持された画像が、そのまま出力されまた画像メモリ3-1に保持される。

【0038】この外 $0 \leq (i-j) \leq th_{31}$ (例えば閾値 $th_{31}=10$)の場合は*j*にオフセット値 α_{31} (例えば $\alpha_{31}=1$)を加算した値の $k=j+\alpha_{31}$ を出力し、同時に画像メモリ3-1に保持する。 $0 \leq (j-i) \leq th_{31}$ の場合は*j*から α_{31} を減算した値の $k=j-\alpha_{31}$ を出力し、同時に画像メモリ3-1に保持する。

【0039】 $th_{31} < (i-j) \leq th_{32}$ (例えば閾値 $th_{32}=255$)の場合は*j*にオフセット値 α_{32} (例えば $\alpha_{32}=3$)を加算した値の $k=j+\alpha_{32}$ を出力し、同時に画像メモリ3-1に保持する。 $th_{31} < (j-i) \leq th_{32}$ の場合は*j*から α_{32} を減算した値の $k=j-\alpha_{32}$ を出力し、同時に画像メモリ3-1に保持する。

【0040】このようにして後述する理由により背景と停止物体(これらはいずれも $i=j$)の外に低速物体の存在する部分にもルックアップテーブル③より*k*が出力され、ルックアップテーブル②'に*i*として入力される。

【0041】ルックアップテーブル②'の他方の入力*j*は、ルックアップテーブル④の出力である背景+停止物体+低速物体+中速物体が入力される。ルックアップテーブル②'は、図5(B)の②に示す如く設定され、 $|i-j|$ の値が閾値 th_2 より大きいとき $|i-j|$ を出力する。

【0042】したがって、背景と低速の部分については $i=j$ のためルックアップテーブル②'からの出力*k*は $k=0$ であり、このためルックアップテーブル②'の出力は入力画像に中速物体の存在する部分だけ $|i-j|$ が出力され、ルックアップテーブル①'に*i*として入力される。

【0043】このときルックアップテーブル①'の他方の入力*j*には画像入力部1で撮影された入力画像が入力される。この入力画像は、背景と停止物体と低速物体と中速物体と高速物体が含まれており、このうち中速物体の存在する部分のみ $|i-j|$ の値が入力される。ルックアップテーブル①'は図5(B)に示す①と同様に動作設定されているので、ルックアップテーブル①'からは中速物体のみが出力される。

【0044】またルックアップテーブル④は画像入力部1で撮影された入力画像が*i*として入力され、画像メモリ4-1に保持された画像が*j*として入力される。そして $i=j$ のとき出力*k*として画像メモリ4-1に保持さ

れた画像がそのまま出力され、また画像メモリ4-1に保持される。

【0045】この外 $0 \leq (i-j) \leq th41$ (例えば閾値 $th41=10$) の場合は j にオフセット値 $\alpha 41$ (例えば $\alpha 41=1$) を加算した値の $k=j+\alpha 41$ を出力し、同時に画像メモリ4-1に保持する。 $0 \leq (j-i) \leq th41$ の場合は j から $\alpha 41$ を減算した値の $k=j-\alpha 41$ を出力し、同時に画像メモリ4-1に保持する。

【0046】 $th41 < (i-j) \leq th42$ (例えば閾値 $th42=255$) の場合は j にオフセット値 $\alpha 42$ (例えば $\alpha 42=10$) を加算した値の $k=j+\alpha 42$ を出力し、同時にこれを画像メモリ4-1に保持する。 $th41 < (j-i) \leq th42$ の場合は j から $\alpha 42$ を減算した値の $k=j-\alpha 42$ を出力し、同時にこれを画像メモリ4-1に保持する。

【0047】このようにして後述する理由によりルックアップテーブル④より背景、停止物体、低速物体の外に中速物体の存在する部分には k が出力され、ルックアップテーブル②' 及び②" に i として入力される。

【0048】ルックアップテーブル②" の他方の入力 j には画像入力部1で撮影された入力画像が入力される。ルックアップテーブル②" は、図5(B)の②に示す如く設定され、 $|i-j|$ の値が閾値 $th2$ より大きい時 $|i-j|$ を出力する。従って、背景と低速と中速の部分については $i=j$ のため、ルックアップテーブル②" の出力 k は $k=0$ であり、入力画像に高速物体の存在する部分だけルックアップテーブル②" から $|i-j|$ が出力され、ルックアップテーブル①" に i として入力される。

【0049】このときルックアップテーブル①" の他方の入力 j は画像入力部1で撮影された、背景、停止物体、低速物体、中速物体、高速物体が含まれており、このうち高速物体の存在する部分のみ $|i-j|$ の値が入力されるので、ルックアップテーブル①" からは高速物体のみが出力されるものとなる。

【0050】このように、移動物体の速度別に画像を求め、対象物を抽出することで、監視対象を限定することができる。ところで前記の如くルックアップテーブル③又は④の出力にオフセット値を加算または減算して画像メモリ3-1または画像メモリ4-1のデータを修正し、保持する理由について説明する。

【0051】これら画像メモリと入力画像の差が閾値以上の場合、オフセット値を加算又は減算して画像メモリを修正する。対象物体の動きが遅い場合には小さなオフセット値により何度か修正すれば、画像メモリの保持出力する値が入力画像と同じになる。しかし動きが早い対象物の場合少ない修正回数で画像メモリの値を修正しないと入力画像の領域外に移動し、消えることになる。

【0052】このため速度の大きな対象物の検出に対し

てはオフセット値を大きくして早く修正し、速度の小さな対象物の検出に対してはオフセット値を小さくして修正回数を多くして、時間をかけることにより行う。このようにオフセット値を変えることにより対象物体の速度の違いを判断し、目的とする対象物のみを検出することができる。

【0053】また、図6により平均背景抽出部による各物体の移動速度に依じて、物体を分離した画像を抽出する他の手法を説明する。図6(A)に示す如く、矢印方向に移動している移動物体Aと停止物体Bが存在しているとき、時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、 t_n で移動物体Aと停止物体Bがそれぞれ図示の状態になるが、これらの $t_1 \sim t_n$ の各画像を図示省略したメモリに累積する。そしてその累積画像を平均して平均背景を算出する。

【0054】この場合、停止物体Bは n 個の画像を累積した値を n 等分した値で算出されるが、停止物体Bは各時刻において停止、つまり位置変化がないので、物体Bは変化なく抽出できる。

【0055】一方、移動物体Aは、特にこの移動物体Aの移動速度が速い場合には、各時刻の画像間での移動物体Aの重なりがなく、1時刻の移動物体Aと、 $(n-1)$ 個の背景との平均をとることになるため、平均の濃度値が小さく閾値より小さな値になり移動物体Aは消失される。かくして平均背景に停止物体Bが残る、移動物体Aは存在しないものとなる。

【0056】なお、移動物体Aだけを含む画像は、平均背景と各時刻の画像との差を算出することにより抽出することが可能となる。また図6(B)に示す如く、停止物体Bに加えて、低速移動物体Dと、中速移動物体Eが存在する場合、これらの移動物体D、Eは次のようにして区分できる。

【0057】低速の移動物体Dは、時刻 t_2 、 t_3 、の時刻ではいずれも、時刻 t_1 の画像とその一部が重複しているが時刻 t_4 の画像は時刻 t_1 の画像と重なりがなくなる。

【0058】また中速の移動物体Eは、時刻 t_2 では時刻 t_1 の画像とその一部が重複しているが、時刻 t_3 の画像は時刻 t_1 の画像と重なりがない。したがって時刻 t_1 と t_4 の画像を累積して2等分すれば低速の移動物体Dと中速の移動物体Eの値は、いずれも閾値以下となり停止物体Bが得られる。また時刻 t_1 と t_2 と t_3 の画像を累積して3等分すれば、同様に中速の移動物体Eのみの画像濃度値が閾値以下となる。しかし低速の移動物体Dは、これらの時刻の重なり部分が存在するため、これにもとづき得ることができる。このとき停止物体Bも得られるが、停止物体Bは前記の如く別に得たものとの差で消去すれば低速の移動物体Dを得ることができる。

【0059】また低速の移動物体Dと停止物体Bを原画像より消去することにより中速の移動物体Eを抽出する

ことができる。同様にして、更に高速の移動物体が存在するとき、これを抽出することができる。なお、停止物体の背景も、停止物体と一緒に得ることができる。

【0060】このようにして、図5(A)に示すものとは別の手法により、第1平均背景抽出部から「背景+停止物体+低速移動物体」を出力し、第2平均背景抽出部から「背景+停止物体+低速移動物体+中速移動物体」を出力することができる。これらにもとづき、第1差分演算処理部において、背景画像抽出部から出力される背景と、第1平均背景抽出部から出力される「背景+停止物体+低速移動物体」との差分を求めることにより、第1差分演算処理部から「停止物体+低速移動物体」が得られる。

【0061】第2差分演算処理部において第1平均背景抽出部から出力される「背景+停止物体+低速移動物体」と第2平均背景抽出部から出力される「背景+停止物体+低速移動物体+中速移動物体」との差分を求めることにより、第2差分演算処理部から中速移動物体が得られる。

【0062】さらに第3差分演算処理部において、第2平均背景抽出部から出力される「背景+停止物体+低速移動物体+中速移動物体」と入力画像との差分を求めることにより、第3差分演算処理部から高速移動物体が得られる。

【0063】例えば図1において、第1平均背景抽出部3が背景+停止物体（障害物も含む）+低速移動物体のみを抽出し、第2平均背景抽出部4では背景+停止物体（障害物も含む）+低速移動物体+中速移動物体のみを抽出する場合、第1平均背景抽出部3より得られるものは画像cであり、第2平均背景抽出部4から得られるものは画像dとなる。

【0064】この結果第1差分演算処理部5から停止物体+低速移動物体のみの画像eが得られ、第2差分演算処理部6から中速移動物体のみの画像fが得られ、第3差分演算処理部7から高速移動物体のみの画像gが得られる。ただし図1の例では画像入力部1から得られた入力画像に高速移動物体が存在していない場合であり、このとき画像gには何も検出されないものとなる。従って、画像e、f、gに何も存在しない時に画像入力部1の入力を背景画像抽出部2で蓄積保持することにより背景を更新することができる。

【0065】次に第1局所領域内特徴量抽出部8、第2局所領域内特徴量抽出部9、第n+1局所領域内特徴量抽出部10については、いずれも同一構成のため、図6により第1局所領域内特徴量抽出部8について代表的に説明する。

【0066】本発明では、画像入力部1で撮影される画像領域を予め複数の局所領域に設定しておく。例えば図4に示す如く、左車線用の車両追跡用局所領域としてL0~L4を設定し、右車線用の車両追跡用局所領域とし

てR0~R4を設定する。

【0067】そして各車両追跡用局所領域に対して、図7に示す局所領域内特徴抽出処理部8-1、8-2・・・8-mが用意されている。従って図4に示す如く、車両追跡用局所領域L0~L4、R0~R4が設定されているときにはm=10即ち10個の局所領域内特徴抽出処理部が必要となる。

【0068】局所領域内特徴量抽出処理部8-1は局所領域決定部11-1と、雑音除去部12-1と、ラベリング処理部13-1と、特徴量算出部14-1を有する。局所領域決定部11-1はその局所領域内特徴量抽出処理部8-1が処理すべき車両追跡用局所領域の1つを定義するものであり、L0についての処理を行うものであればL0の範囲を定義しておき、この局所領域内の入力画像を抽出するものである。雑音除去部12-1は局所領域決定部11-1から伝達された信号より雑音を除去するものであり、例えばローパス・フィルタで構成されている。

【0069】ラベリング処理部13-1は局所領域内の入力画像に対し同一の物体について同一のラベルを付与するラベリング処理を行うものである。そして特徴量算出部14-1は、ラベル付けされた領域の有無を検出し、ラベル付けされた領域があれば同一ラベルの領域に対してそのラベル領域の重心位置や、面積、横方向・縦方向の投影値等を求め、各ラベル領域毎の特徴量を算出するものである。

【0070】局所領域内特徴量抽出処理部8-2・・・8-mも前記局所領域内特徴量抽出処理部8-1と同様に構成され、それぞれ局所領域決定部11-2・・・11-m、雑音除去部12-2・・・12-m、ラベリング処理部13-2・・・13-m、特徴量算出部14-2・・・14-mを具備している。

【0071】いま、図8(A)に示す如く、時刻tにおいて、ランプの点滅している停止物体P₁と障害物P₂と低速移動物体P₃が存在する場合、図2に示す第1差分演算処理部5の出力は図8(C)に示す如きものとなり、この車両抽出画像（障害物も含まれる）に、図4に示す局所領域を重ねると図8(E)に示す如きものとなる。この場合、局所領域L1、L2、L4の部分に車両があり、特徴量を算出することができる。

【0072】図8(A)に示す速度画像は、t1+数秒後の時点において、同(B)に示す如き速度画像となり、これにより同(D)に示す如き車両抽出画像が得られる。これに局所領域を重ねると図8(F)に示す如きものとなる。この場合は、局所領域L2、L4に車両が存在するので、これに対して特徴量を計算する。

【0073】これらの結果、図2に示す軌跡算出部20の作表部20-2により時系列的にまとめられた表1が作成される。表1における○印は、局所領域L0~L4、R0~R4において各時刻に特徴量が求められたも

の、即ち何らかの物体（障害物も含む）が存在していた * 【0074】
ことを示している。 * 【表1】

停止+低速

	L0	L1	L2	L3	L4	R0	R1	R2	R3	R4
時刻 t		○		○	○					
t 1		○		○	○					
t 2		○		○	○					
t 3		○		○	○					
t 4		○	○	○	○					
t 5		○	○	○	○					
t 6		○	○	○	○					
t 7		○	○	○	○					
t 8			○	○	○					
⋮			⋮							
t + 数秒後			○	○	○					

【0075】図9は、中速移動物体が存在する場合の時 ※微量検出状態を表2に示す。
刻 t 及び t + 数秒時の速度画像、車両抽出画像、局所領域 【0076】
重ね合わせ状態を示し、図9に対応する時系列的な特※ 【表2】

中 速

	L0	L1	L2	L3	L4	R0	R1	R2	R3	R4
時刻 t							○			○
t 1							○			○
t 2							○			
t 3							○	○		
t 4								○		
t 5								○		
t 6								○		
t 7								○		
t 8								○		
⋮			⋮					⋮		
t + 数秒後										○

【0077】また図10は高速移動物体に関する時刻 t ☆い。従って、これに対応する表3でも○印はない。
及び t + 数秒時の速度画像、車両抽出画像、局所領域重 【0078】
重ね合わせ状態を示すが、この場合高速移動物体が存在し 【表3】
ていないので、図9には高速移動物体は図示されていない☆

高 速

	L0	L1	L2	L3	L4	R0	R1	R2	R3	R4
時刻 t										
t 1										
t 2										
t 3										
t 4										
t 5										
t 6										
t 7										
t 8										
⋮			⋮					⋮		
t + 数秒後										

【0079】従って軌跡算出部20において表解析部2 車両が、この場合は存在していないと判断することがで
0-3が表3を解析することにより高速で走行している 50 きる。

【0080】また表2を解析することによりL0～L4には○印がないので、左車線には中速で走行中の車両がこの時点では存在しないこと、また右車線には時刻tとt1には○印がR1とR4の2ヶ所に有ることから中速で走行中の車両が2台走行していることがわかる。

【0081】なお時刻t3も○印が2ヶ所有るが、これはR1とR2という隣接局所領域であり、続く時刻t4には○印が1ヶ所しかないことより、時刻t3におけるR1に存在する対象物とR2に存在する対象物とは同一であると判断できる。

【0082】停止物体と低速移動物体についてまとめた前記表1からは、多少複雑であるが以下のことが判断できる。R0～R4には○印がないので、右車線に停止または低速走行している車両が存在していない。しかしL1～L4には○印があり停止または低速走行車両が存在していると判断できる。

【0083】この場合、局所領域L4には一定間隔で○が現れたり消えたりしており、隣接するL3には静止物*

車線変更

	L0	L1	L2	L3	L4	R0	R1	R2	R3	R4
時刻 t										
t 1		○								
t 2		○								
t 3		○								
t 4		○	○					○		
t 5								○		
t 6								○		
t 7								○		
t 8								○	○	
t 9								○	○	
t 10								○	○	
t 11								○	○	
t 12								○	○	○
⋮								⋮	⋮	⋮

【0087】表4において、時刻t3までL1に存在した○印が、時刻t4でL1、L2、R2でも○印が表れ、以下時刻t5、t6、t7においてR2に表れるようなとき、車線変更と判断できる。

【0088】なお、物体の移動時間と各局所領域の大きさの実測値がわかれば移動物体の速度も算出することができる。例えばある局所領域の長さをL、その領域に存在していた時間をTとするとL/Tで速度を求めること

*体が存在しているものと推測できる。一方L1とL2における○印の時間的变化(t～t3まではL1に、t4～t7はL1とL2と、t8以降はL2に存在)から、何か低速で移動している物体が存在していることを判断できる。

【0084】なお、前記の解析は時刻と場所の関係において、対象物体が存在するか否かについてのみ判断した例について説明したが、これ以外に特徴量として面積や縦横比等を使用するとより多くの情報を抽出することができる。

【0085】表4は、車線変更を行っている車両について示した例であり、いままでの説明から容易に推察できる。ある領域にある時刻まで存在していた対象物体が瞬間的に消える。しかしその時刻と前後して別の領域、特に隣車線領域に対象物体が出現した場合には車線変更を行った車両であると判断できる。

【0086】

【表4】

ができる。

【0089】また図11に示す如く、右車線に大型車P₁と小型車P₂が走行しているとき、これに図4で示す局所領域を重ねると図11(B)に示す状態となる。これにより大型車P₁の走行によりR0に○印が連続して存在するので大型車の存在を検出できる。

【0090】

【表5】

大型車

	L0	L1	L2	L3	L4	R0	R1	R2	R3	R4
時刻 t										
t 1						○	○	○	○	○
t 2						○	○	○	○	○
t 3						○	○	○	○	○
t 4						○	○	○	○	○
t 5						○		○	○	○
t 6						○		○	○	○
t 7						○		○	○	○
t 8						○		○	○	○
t 9						○		○	○	○
t 10						○		○	○	○
t 11						○		○	○	○
t 12						○		○	○	○
.										

【0091】なお、表5、図11では、小型車P₁が時刻t4ではR4より外に走行した状態を示し、時刻t5では大型車がR1を走行し終わりR2に入ったことを示している。

*【0092】大型車により走行中の車が隠された状態を表6により説明する。

【0093】

【表6】

大型車が小型車を隠す場合

	L0	L1	L2	L3	L4	R0	R1	R2	R3	R4
時刻 t										
t 1						○	○		○	
t 2						○	○		○	
t 3						○	○		○	
t 4						○	○		○	
t 5						○		○	○	
t 6						○		○	○	
t 7						○		○	○	
t 8						○		○	○	
t 9						○		○	○	
t 10						○		○	○	
t 11						○		○	○	
t 12						○		○	○	
.										

【0094】表6では、時刻t1において大型車が局所領域R1を走行し、他の車（例えば小型車）が局所領域R3を走行しており、時刻t4において大型車が局所領域R2を走行していることを示す。そして時刻t7において大型車がR3を走行しており、このとき大型車がその前を走行中の他の車を隠した状態を示す。なおこの隠された車は時刻t11において局所領域R4を走行し、大型車の前方に再び出現した状態を示す。このようなことは表解析部20-3により判断することができる。

【0095】軌跡算出部20ではその特徴解析部20-1が物体の形状特徴を解析して、同一移動物体を判別し、これにもとづき同一移動物体の軌跡を作表部20-2に指示してその軌跡を算出作成することができる。

【0096】B. 第2実施例

本発明の第2実施例として、空港のスポット監視の場合

について説明する。この例では低速で移動している大きな移動物体（例えば航空機）と、中速或いは、高速で移動している小さな物体例えば作業用の特殊車両）とを分離し、その属性について判断するものである。

【0097】この例では、図12（A）に示す状態で局所領域C0、L0～L7、R0～R7を設定した。局所領域C0は航空機の機体検出を目的としたものであり、それ以外のL0～L7、R0～R7は作業用の特殊車両を検出するための局所領域である。

【0098】図12（B）は航空機Jがスポットに停止している状態を示し、同（C）は特殊車両SP1、SP2が行き交って走行している状態を示す。そして図12（B）及び（C）に、同（A）で示す局所領域を被せた状態を示したのが同（D）及び（E）である。

【0099】航空機がスポットに近づき低速し、停止す

ると局所領域C0に航空機Jの機体が表示される。この状態を前記低速移動物体抽出の手法を用いて検出する。この場合、図13(A)で示すように、局所領域C0内の長辺方向に航空機Jの投影を落としてその長さを求めると、機体の長さを測定することができる。そしてこの機体の長さから機種を判定することができる。航空機がスポットに近づき、停止するまでの投影値の変化を示したのが表7である。

【0100】

【表7】

図13の長さ

時刻 t	C0の投影の長さ
t	0
t1	50
t2	100
t3	150
t4	200
t5	200
t6	200
t7	200
t8	200

【0101】表7より明らかなように、時刻t1、t2、t3・・・と変化すると共に投影の長さ即ち投影値が増加し、ある時刻（この例ではt4）を越えるとその増加が停止する。そして投影値の変動が止まり安定した段階で航空機が停止したと判断する。一方投影値と実際の長さの関係を求めて変換式を求めておけば航空機の実際の長さが分かり、長さの違いから航空機の種類が判断できる。

【0102】また図12(C)、(E)に示している特殊車両SP1、SP2に関しては、前記中速・高速移動物体抽出の手法を用いてこれらを検出できる。航空機と同様に投影値を求めることにより局所領域内に存在している対象物の個数を求めることができる。

【0103】例えば図12(E)において、局所領域L5について投影値を求めたものが図13(B)である。これにより投影値がそれぞれ2つ存在するので、局所領域内に2種類の独立した対象物体が存在していることが判断できる。

【0104】図12(E)の様に特殊車両が移動した場合の局所領域における対象物体の検出個数の変化を時系列的に示したのが表8である。

【0105】

【表8】

物体の個数

	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
時刻 t	—	—	—	—	—	—	—	1
t1	—	—	—	—	—	—	1	1
t2	—	—	—	—	—	—	1	1
t3	—	—	—	—	—	—	1	1
t4	—	—	—	—	—	—	1	1
t5	—	—	—	—	—	—	2	—
t6	—	—	—	—	—	—	2	—
t7	—	—	—	—	—	1	—	1
t8	—	—	—	—	—	1	—	1
t9	—	—	—	—	—	2	—	—
t10	—	—	—	—	—	2	—	—
t11	—	—	—	1	—	1	—	—
t12	—	—	—	2	—	—	—	—
t13	—	—	—	2	—	—	—	—
t14	—	1	—	1	—	—	—	—
t15	—	1	—	1	—	—	—	—
t16	—	1	—	1	—	—	—	—
t17	—	—	1	—	—	—	—	—
t18	—	—	1	—	—	—	—	—
t19	—	—	1	—	—	—	—	—
t20	—	—	1	—	—	—	—	—

【0106】この表8により車両の移動とともに局所領域内の対象物体の数変動しているのがわかる。これにもとづき、時刻t5では、局所領域L6に存在した特殊車両が局所領域L7に移動して、その個数が2になったこと、時刻t7では局所領域L7を走行していた2個のうちの1つが局所領域L5に移動したこと、時刻t9では他の1つも局所領域L5に移動して再びその個数が2になったこと等が解析できる。

【0107】前記説明ではトンネル及び空港の例について説明したが本発明は勿論これのみに限定されるものではない。走行速度も低中高の3種類の例について説明したが勿論これに限定されるものではなく、例えば0~30km、30~60km、60~90km、90~120km、120~150km、150km以上というように細かく区分することも勿論できる。

【0108】C. 第3実施例

本発明の第3実施例について説明する。第3実施例は移動物体間の距離を精度よく算出するものである。移動物体間の距離は、前記第1実施例を適用して検出することができる。

【0109】例えば図9及び表2に示す如く、時刻t、t1に中速の移動物体が領域R1、R4に存在していることがわかる。第1実施例により移動物体間の距離を求めるために、図14(A)に示す如く、前記の手法により移動物体抽出部100にて移動物体を抽出し、移動物体対応づけ部101において、サンプリング時間毎にこれらの移動物体の特徴量を抽出し、それらの値と移動物体の速度限界から同一の移動物体を対応づける。このとき、入力画像から濃淡や色の情報を用いて対象となる移動物体の輪郭や面の移動/傾き等の特徴量を抽出しても

よい。そして移動物体間の距離測定部102により、対応づけそして移動物体間の距離測定部102により、対応づけした移動物体から物体間の距離を測定する。このようにして画像データから数値データに情報を圧縮し、これらを用いて移動物体の動きの解析及び予測を行うことができる。

【0110】ところでこのような、第1実施例の手法を用いて移動物体間の距離を求める場合、入力画像に存在する移動物体の速度に応じて画像を分離し、分離した画像ごとに移動物体の対応づけを行っており、速度の違う移動物体の対応づけの精度が高くなる。

【0111】しかしながら、この手法により移動物体間の距離を抽出する場合には、移動物体の輪郭や面の位置の情報を使用しており、図14(B)、(C)に例示する如く、距離計算上、同じ輪郭の同一点あるいは同じ面上の同一点で対応づけができず、距離の誤差が大きくなるという問題がある。

【0112】図14(B)、(C)は、移動物体間の距離を求めるために、移動物体の上部にカメラを設置し、画像を入力したものである。道路の上にカメラを設置し、その真下を通過する自動車のような移動物体を入力するとき、道路は黒っぽい色でありその上を走行する移動物体を入力することになる。

【0113】そのため、図14(B)に示す原画像B1において、車CA1、CA2が存在する場合、これをエッジ抽出処理すると、B2に示す如く車の色の関係により車CA1、CA2の一部が抜けて検出されることがある。そしてこれにもとづき車頭間距離を計算すると、図14(B)のB3に示す如く計算され、実際値とは大きな誤差の存在するものとなる。

【0114】また図14(C)に示す如く、原画像C1では1台の大型車LCを入力したにもかかわらず、エッジ抽出によりC2に示す如くになって全てのエッジが完全に抽出できず、1台の大型車を2台の車と誤って認識して、図14(C)のC3に示す如く、1台の大型車を2台の車と誤認識して車間距離の計算値を求めることがある。

【0115】本発明の第3実施例では、このような問題を解決するために、図15に示す如く、あらかじめ物体が動く背景にマーカをマーカ設置部110により設置しておく。その際、マーカの位置、形状、サイズ等を算出しておく。第3実施例では、道路に白線がある間隔毎に画くことによりマーカを設置しておくが、マーカは白線に限定されるべきものではなく、他の適宜形状のものが使用できる。なお図15において、114は画像を入力する入力部である。

【0116】実際の入力画像に対し、マーカ・移動体抽出部111が移動物体とマーカが重なっている部分を求め、移動物体の抽出を行う。そして連続的に入力されてくる複数の画像に対し、移動物体とマーカの重なり部分

を抽出する。

【0117】このようにして求められた移動物体とマーカの重なり部分の時系列データに対し、マーカ・移動体対応づけ部112が対応づけを行って同一の移動物体を求める。そしてこの異なる移動物体間に存在するマーカの数にもとづき、移動物体距離測定部113が移動物体間の距離を算出する。

【0118】この場合、移動物体の時系列データの代わりに、移動物体間に存在するマーカの時系列データに対応づけ、同一の移動物体間に存在するマーカを捉えて移動物体間の距離を算出してもよい。このようにして算出した移動物体間の距離を解析し、異常を予測することができる。

【0119】本発明の第3実施例を、図16にもとづき説明する。図16において他図と同記号は同一部を示し、110はマーカ設置部、111はマーカ・移動体抽出部、112はマーカ・移動体対応づけ部、113は移動物体距離測定部、121は処理領域設定部、122は2値化部、123は雑音除去部、124は連結領域抽出部、125は連結領域位置・形状算出部、126はマーカ照合部、127はマーカ辞書部、128は移動物体抽出部、129は移動物体間マーカ抽出部、131は移動物体・マーカ時系列テーブル作成部、132は移動物体・マーカ対応づけ部である。

【0120】マーカ設置部110は、移動物体の背面に設置したマーカのデータをマーカ辞書部127に格納するものである。マーカとしては、図17(A)に示す如く、移動物体が車両の場合、道路上に例えば白線P₁、P₂、…、P₂₅を等間隔に道路面上に塗装する。図17の場合は、白線はその幅が50cmであり、これを50cm間隔で道路面上に例えば25本引いた例を示す。

【0121】いま50cmを画面上で10ドットのサイズで表示するものとし、白線の左端をx座標で50ドットの位置とし、右端をx座標で500ドットの位置とすれば、白線P₂₅の左上端の座標(x, y)は(50, 480)で表示され、右下端の座標(x, y)は(500, 490)で表示される。このようにして、マーカ設置部110により、マーカ辞書部127に、マーカP₁、P₂、…の左上端の座標と右下端の座標が登録される。この外マーカの形状が矩形であることも登録される。

【0122】処理領域設定部121は、白線マーカ設置内で移動物体が存在したとき測定すべき範囲を設定するものである。例えば図18(A)に示す如く、矢印方向に車が進行する対面通行道路があるとき、斜線した左側車線範囲及び右側車線範囲だけを処理対象領域と定め、他は処理対象外領域とするいわゆるマスク処理を行うものである。

【0123】例えば図17で、対面走行の場合の処理領域を図17の斜線部のように設定する。これに応じてマ

一カ辞書部127も更新する。図18(B)は左側車線の処理領域を示すものである。勿論あらかじめ、マーカの設置を、このように左側車線、右側車線の処理領域を考慮して行う場合には、処理領域設定は行わなくともよい。

【0124】処理領域の矩形サイズが図19(A)に示す左上端が(x1, y1)で右下端が(x2, y2)の*

```

if (y1 < i 行 < y2 and x1 < j 列 < x2) then OUTij = INij
else
    OUTij = 0

```

【0126】2値化部122は、図19(B)に示す如く、入力画像INijがある閾値th1以下で且つ閾値th2以上であれば出力画像OUTij=1を出力し、それ以外は0を出力するものである。ここで閾値th1、th2は照明環境に応じて適切に設定するが、照明変化が生じる環境では、濃度ヒストグラムを算出するなどして適応的に閾値th1、th2を変える。

【0127】雑音除去部123は、2値化部122の出力に孤立点が存在する場合これを除去するものであって、4連結等のドットが連続するパターンを抽出するものである。このため、図19(C)に示す如く3×3の論理フィルタFを用いて中心画素(i, j)の上下左右がいずれも1のとき出力画像OUTij=1を出力するが、それ以外は0を出力するものである。

【0128】連結領域抽出部124は、例えば8連結で接続するパターン(中心画素に対し上下左右方向の外に、斜め方向の合計8方向の少なくとも1つが1の場合)に同じラベルを付加する処理を行うものであり、図20(A)におけるパターンA1の入力画像に対して、A2の如くラベル付け処理を行うものである。

【0129】このラベル付け処理は、例えば図20(B)に示す如くA~Fの2×3のパターンで入力画像を走査し、注目画素Eが1のとき周囲のA~Fの値に応じてラベルを更新していく。例えばD≠0のときにはDのラベルを伝播して注目画素Eに付ける。さらにB≠0でかつB≠Dのときには、BとDのラベルが同一であることをテーブルに格納する。B=0でかつC≠DのときにもCとDのラベルが同一であることをテーブルに格納する。A~Dまでがすべて0のとき注目画素Eに新しいラベルを付ける。

【0130】このようにして一度入力画像を走査した後にはラベルの対応関係を格納したテーブルを使用して再び入力画像にラベル付けを行う。これらの詳細は、「ラスタ走査型ラベリング処理方式」(特願平02-001109号、特開平03-206574号公報)を参照することにより明らかとなる。

【0131】これらの処理は、基本的には汎用CPU、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)で実現できる方式であるが、ビデオレート(33ms/画像)の専用

*場合、画素(i, j)の入力画像をINijとし、その出力画像をOUTijとすると、次式(数1)で示す如く、この処理領域のもののみ入力画像がそのまま出力画像として出力されるが、処理領域外のは0が出力される。

【0125】
【数1】

OUTij = 0

パイプライン・プロセッサにもとづく処理については「デジタル画像領域へのラベル付け方式」(特願昭60-08412号、特開昭61-243569号公報、特公平03-044349号公報)、または「連結領域のラベル付け回路」(特願昭61-164955号、特開昭63-020578号公報)を参照することにより明らかとなる。

【0132】これらのラベル付与処理により、図20(C)に示す如く、移動物体が存在しない場合には、処理対象領域内の各白線には同一のラベルが付与される。例えば白線P1にはラベル(1)が付与され、白線P2にはラベル(2)が付与される。そして白線P25にはラベル(25)が付与される。

【0133】連結領域位置・形状算出部125は、同一ラベルの部分の位置と形状を算出するものであり、図21(A)に示す如く、同一ラベルの付与されたラベル画像LKの水平方向の投影と垂直方向の投影をとり、その位置・形状を求める。すなわちラベル毎の投影を求める。

【0134】水平方向の投影Hは、水平方向にヒストグラムを求めることにより得ることができ、垂直方向の投影Vは垂直方向にヒストグラムを求めることができる。そしてその位置は縦位置及び大きさが(Pjh2, Pjh1)であり、横位置及び大きさが(Pjv2, Pjv1)である。このようにしてラベルの形状として縦(Pjh2, Pjh1)、横(Pjv2, Pjv1)及び面積SUMが得られる。そして縦の大きさ×、横の大きさがヒストグラムの面積SUMと等しい場合、このラベル画像LKは矩形であることが確認できる。

【0135】ラベル画像は濃淡画像であるため、各濃度ごと、すなわち各ラベル毎に投影を算出する。具体的には、図21(B)に示す如く、画像サイズがM×Nの場合において、ラベルKについてj行目の水平投影値Pjh[k][j]と、i列目の垂直投影値Pjv[k][i]は、入力画像IN(i, j)について式(1)、式(2)のようにして算出できる。

【0136】
【数2】

J行目の水平投影値 $Pjh(k)(j)$ について

for (i=1, N) {IN(i, j)=k(≠0) のとき

$Pjh(k)(j) = Pjh(k)(j) + 1 \dots (1)$

【0137】

* * 数3

I列目の垂直投影値 $Pjv(k)(i)$ について

for (j=1, M) {IN(i, j)=k(≠0) のとき

$Pjh(k)(i) = Pjh(k)(i) + 1 \dots (2)$

【0138】すなわち、同一ラベルの領域範囲内において、水平方向、垂直方向にそれぞれ+1加算することによりそのJ行目、I列目の投影値を算出することができる。このようにして投影を求めることができる。

※ 【0139】また投影の総和SUM(k)は式(3)により求めることができる。

【0140】

※ 数4

投影の総和SUM(k)について

for (j=1, M) {SUM(k)=SUM(k)+Pjh(k)(j)} ... (3)

【0141】マーカ照合部126では、連結領域位置・形状算出部125により算出された同一ラベル領域が、移動物体と重なっているマーカか否かを判断するために、マーカ辞書127を調べるものである。マーカ辞書部127内の白線マーカの左上端部 $Pn(x1, y1)$ 、右下端部 $Pn(x2, y2)$ を読み出す。マーカ辞書部127には、前記の如く、図17(C)に示す白線データや、図18(B)に示す如き白線データ等が格納されている。

【0142】移動物体抽出部128はマーカと重なっている移動物体を抽出するものである。白線のマーカ上に黒とか赤とか紺色等の白以外の車両が通過するとき、図22(A)に示す如く、車両 C_1 、 C_2 とマーカ部分が重なり、これを上よりカメラで画像入力したとき、車両 C_1 、 C_2 がマーカ部分を分離するので、これにより移動物体例えば車両を抽出することができる。すなわち、図22(B)に示す如く、マーカと車両が重なった部分は、1本のマーカが車両で分断されてラベルが2つ付与されることになる。この結果、図22(B)に示す如く、ラベル(1)、(2)、(3)、(4)、及び(6)、(7)、(8)、(9)と分断された部分はラベル数が増加し、またその1つのラベルの領域も小面積のものとなるので、マーカ辞書部127を照合することにより、車両が重なったマーカか否かを判断して車両を抽出できる。

【0143】もし、対象とする移動物体つまり車両の色がマーカの色と異なる場合には、図23(A)の如く、移動物体よりもはるかに大きなマーカLMを道路上に設置し、同(B)に示す如く、車両 C_1 、 C_2 がこのマーカ上に移動したとき同(C)に示す如く、水平投影値を求めることにより車両の位置を抽出できるので、ラベリングせずにこれを求めることができる。

【0144】また、白線のマーカ上に白の車両が通過した場合、マーカと車両 C_1 、 C_2 の状態は図24(A)

に示す状態となる。しかしこれを入力画像としてラベル付けする場合、車両 C_1 とそれが重なるマーカの白線部分が連結してこれらに同一のラベルが付与され、車両 C_2 とそれが重なるマーカの白線部分にも同一のラベルが付与されるので、例えば図24(B)に示す如くラベル(1)、(3)が付与されることになる。したがって、連結領域位置・形状算出部125における形状算出では、各ラベルの面積(投影の総和SUM)がマーカ辞書部127に格納したマーカ1個の面積よりも大きな値で算出される。また矩形形状の確認においても縦 $(Pjh2 - Pjh1) \times$ 横 $(Pjv2 - Pjv1)$ の値がマーカの辞書に格納した値と異なるものとなる。このような判断より車両の抽出が可能となる。白の車両と白線のマーカが重ならない場合は、図23(B)のラベル(2)の部分のように、マーカ辞書部127に格納した面積、形状(矩形)が一致するので、車両距離の検出が可能となる。

【0145】移動物体間マーカ抽出部129は、移動物体間のマーカを抽出し、その間の距離を算出するものであり、白以外の車両が通過する場合は、図22(B)のラベル(5)に示す如く、同一ラベルの付与された領域の大きさと形状(矩形)がマーカ辞書部127に格納されたものと同一か否かを判断し、同一のものをマーカとして抽出する。これによりマーカ辞書部127よりそのマーカのサイズ、マーカ間隔を求め、移動物体間、例えば車両間の距離を算出する。

【0146】なお、マーカが、図23(A)に示す形状の場合、同(C)に示す如く、元のマーカの投影値と等しい連続する領域 $Pjh1' \sim Pjh2'$ を求めることにより、これを移動物体間の距離として簡単に算出することができる。

【0147】移動物体・マーカ時系列テーブル作成部131は移動物体とその存在するマーカの時系列テーブルを作成するものであって、マーカ上の移動物体の時系列

を作る場合には、図25(A)に示す如く、どのマーカ上に車両の如き移動物体が存在するのかわかるのである。この場合、移動物体の進行方向は $P_2 \rightarrow P_1$ とする。

【0148】移動物体だけに注目したとき、図25(A)に○印で示す如く、移動物体が存在する時刻とマーカ位置を示すマーカの時系列テーブルを作る。また車両間隔で示すとき、図24(C)に示す如く、移動物体間に存在するマーカを示すテーブルを作成する。これにより車間のマーカの軌跡を示すことができる。

【0149】移動物体・マーカ対応づけ部123は、図25(A)に示す移動物体存在時刻のテーブルから、このテーブル上である距離内にあり、かつ方向性(進行方向は $P_2 \rightarrow P_1$)を考慮して、同一移動物体と判断されるものに対して同一の番号を付与し、図24(B)の如く移動物体の対応づけを行う。

【0150】また図25(C)に示す如く、移動物体間に存在するマーカの時系列テーブルについては、この時系列テーブル上である距離内にあり、かつ方向性を考慮して同一の車両間隔情報については同一の番号を付与し、図25(B)の如く対応づけを行う。

【0151】このように、移動物体間のマーカだけに着*

$$\text{平均車間距離} = \sum_{i=n, m} \Delta i \times (\text{白線間の距離}) / (m - n + 1) \dots (4)$$

【0155】これにより精度の高い移動物体間距離算出ができる。図16に示す本発明の第3実施例の動作について説明する。まず実際に道路面に例えば図17に示す如く、マーカとしての白線を引く。そしてその情報をマーカ設置部110からマーカ辞書部127に記入しておく。また図17に示す如く、処理領域が設定される場合には、そのマスク情報も処理領域設定部121にて演算し、マーカ辞書部127に格納する。

【0156】いま道路上に設置したTVカメラ等の入力装置から入力画像が伝達されると、処理領域設定部121が、図19(A)に示す如く、その処理領域範囲内の入力画像のみを出力画像として出力する。2値化部122は図19(B)に示す如く、これを1または0に2値化出力する。そして雑音除去部123が、図19(C)に示す如く、論理フィルタFを用いて孤立点を雑音除去する。

【0157】そして連結領域抽出部124が、この2値化された入力画像に対し、図20(A)に示す如く、ラベル付け処理を行う。これにより例えば、白線のマーカのみを入力画像に対しては、図20(C)に示す如く、ラベル(1)～(25)が付加されることになる。

【0158】このラベル付けされた画像は、連結領域位置・形状算出部125において、同一ラベルの部分に対する位置と形状を算出する。マーカ照合部126では、これをマーカ辞書部127と照合してどれが白線のマーカであるかを判別する。

*目してマーカを追跡することにより、対応づけの場合の数が減り、移動物体そのもので処理する場合に比較して処理速度が速くなる。勿論この手法は、移動物体間の距離が計測中に急激に変化しないことを前提として、移動物体間のマーカの大きさ、即ち移動物体間の距離の変化の滑らかさの条件も導入して対応づけられ、より正確な対応づけが可能となる。

【0152】この場合、例えば図25(A)に示す如く、車両間隔が時刻 T_2 において P_4 、 P_5 であり時刻 T_3 において P_3 、 P_4 の如き場合には、同(E)に示す如く、複数のマーカにまたがり同一印をつけて車両間隔を示すこともできる。

【0153】移動物体間距離測定部113は移動物体間の距離を測定するものである。例えば図25(B)に示す如く、移動物体の対応づけテーブルから、各時刻の移動物体間の距離をマーカ、つまり白線間の距離で算出する。そしてその最大値、最小値および平均値を算出する。平均値は、例えば移動物体を時刻 $T_n \sim T_m$ で対応づけ、各時刻の白線番号の差を $\Delta n \sim \Delta m$ とすると、式(4)により得られる。

【0154】

【数5】

【0159】これらのデータにより、マーカ部分でないところはマーカに移動物体が重な合わされた部分であるので、移動物体抽出部128がこれにより移動物体を抽出する。

【0160】また移動物体間マーカ抽出部129は、移動物体と重な合わされていない白線のマーカ部分を抽出する。これらの情報により移動物体・マーカ時系列テーブル作成部131が、例えば図25(A)に示す如き移動物体存在時刻テーブルを作成する。移動物体・マーカ対応づけ部132は、この図25(A)に示すテーブルから、同(B)に示す移動物体の対応づけテーブルを作成し、これを移動物体間距離測定部113に送出する。

【0161】これにより移動物体間距離測定部113は、マーカ間つまり白線間の距離をこの対応づけした車両の白線数に乗算し、移動物体間の距離を算出する。勿論図25(C)、(D)に示す如く、移動物体間のマーカつまり白線の時系列テーブルを作成してこれにもとづき移動物体間の距離を算出することもできる。

【0162】このようにして移動物体の対応づけ、あるいは移動物体間のマーカの数の対応づけを対応テーブルから時系列的に行い、その距離を算出し、それらの最大値、最小値および平均値を算出することにより、精度のよい移動物体の運動の解析、予測を行うことが可能となる。従ってこれを車両に応用した場合には事故発生の予防を行うこともできる。

【0163】なお第3実施例において、連結領域抽出部

124及び連結領域位置・形状算出部125の他の例を図26により説明する。連結領域抽出部124において、2値化されたデータあるいは色抽出（マーカの色）された、図26（A）に示す如きデータを、その1の部分又は色抽出された部分の輪郭を抽出する。

【0164】白線の探索開始点及びx、yの最大値、最小値、周囲長を例えばマーカ辞書部127に格納しておき、輪郭を一周探索する。探索の際、x、yの最大値、最小値、周囲長を求める。図26（B）に示す如く、白線だけの輪郭抽出の場合には、これらの値がマーカ辞書部127に格納されたものと一致する。しかし移動物体が白線上に重なっているときは、例えば図26（C）、（D）に示す如く、これらの値が少なくとも1つは一致しない。なお色抽出については、例えば「ビデオレート色抽出装置」（特開昭63-314988号公報）を用いる。

【0165】連結領域位置・形状算出部125は、これらの値をマーカ辞書部127に格納された値と比較したり、縦横の値を乗算することにより物体が重ね合わされた状態か、ラベル付けされた形状が矩形か否かあるいはマーカそれ自体か等の判断ができる。

【0166】なお輪郭抽出に際しては、図26（E）に示す、例えば3×3の論理フィルタを用いて走査しその中心画素（i、j）の周囲の8区分がオール1のとき、これをマーカ内部と判断して0を出力し、それ以外を境界として1を出力する。

【0167】

【発明の効果】本発明により以下の如くすぐれた効果が得られる。本発明では複数の区分の速度画像を生成することができるので、種々の速度で移動している対象物体が数多く存在する場合に、ある速度範囲で対象物体を分離することが可能となり、解析処理を容易に行うことができる。

【0168】また対象物体の特徴量を求め、特徴量の時系列変化を求め、特徴量を解析することにより容易に対象物体の軌跡を求めることができる。さらに局所領域における特徴量を算出し、局所領域毎の特徴量の有無から時系列変化を求めることにより、これまた対象物体の軌跡を容易に求めることができる。

【0169】しかも特徴量の形状情報を用いることにより、より詳細な対象物体の軌跡を容易に抽出することもできる。時刻毎の位置の変化及び面積の変化が極めて少ない停止物体を容易に抽出することができる。

【0170】原画像からでは同定が困難な、急激な速度変化や方向変化を生じた対象物体について特徴量の有無及び形状特徴の時系列変化または速度画像間変化から軌跡を算出し移動物体を容易に同定することができる。

【0171】面積の大小のみでは判断できない大型の対象物体の存在を容易に抽出することができる。しかも小型物体が大型の対象物体に隠された状態でも、同一物体

の軌跡を抽出することができる。

【0172】速度画像に分離したのち、停止+低速画像に対し、局所領域における物体の有無や、ランプの点滅のような同一形状特徴の周期性を解析することにより点滅している物体を容易に抽出することができる。

【0173】本発明の第3実施例によれば、画像処理のしやすいマーカの抽出を基盤としており、移動物体の一部しか抽出できない場合でも、設置したマーカの抽出により、移動物体とマーカが重なった部分を断定でき、それらの重なった部分間の距離を算出することにより、物体間の距離を精度の良く算出できる。

【0174】本発明の第3実施例によれば、移動物体の抽出ではなく、画像処理のしやすいマーカの抽出を基盤としており、1つの大型の移動物体を2つの小型の移動物体と誤ることなく、移動物体のサイズに関係なく安定に移動物体を抽出でき、物体間の距離など精度の良い解析、動きの予測ができる。

【0175】本発明の第3実施例によれば、複数の連結していないマーカを背景に用い、連結成分ごとにマーカを抽出する手段を備えており、移動物体とマーカの色が同じであっても、その連結成分の形状、面積を調べることにより、容易に移動物体とマーカの重なり部分を断定でき、移動物体間の距離を算出できる。

【0176】本発明の第3実施例によれば、時系列で移動物体間を対応づけ、物体間の距離の最大値、最小値、平均距離を算出できることから精度のよい物体間の距離算出と、その詳細な解析が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明一実施例構成図である。

【図3】本発明に使用される原画像説明図である。

【図4】本発明における局所領域説明図の一例である。

【図5】本発明における速度画像抽出説明図である。

【図6】本発明における速度画像抽出の他の例である。

【図7】本発明における局所領域内特徴量抽出部の説明図である。

【図8】停止物体と低速移動物体の存在する場合の説明図である。

【図9】中速移動物体説明図である。

【図10】高速移動物体説明図である。

【図11】大型移動物体説明図である。

【図12】本発明を空港のスポット監視用に使した場合の説明図である。

【図13】本発明における投影値算出説明図である。

【図14】移動物体の動きの解析・予測の先行技術説明図である。

【図15】本発明の第3実施例の概略図である。

【図16】本発明の第3実施例の具体的構成図である。

【図17】マーカ設置状態及びマーカ辞書登録状態説明図である。

【図18】 通行用処理領域設定説明図である。

【図19】 処理対象出力、2値化状態及び雑音除去状態説明図である。

【図20】 ラベル付加状態説明図である。

【図21】 ラベルの投影状態説明図である。

【図22】 白以外の車両が通過する場合の説明図である。

【図23】 他の形状のマーカー説明図である。

【図24】 白の車両が通過する場合の説明図である。

【図25】 テーブル説明図である。

【図26】 連結領域の輪郭情報抽出説明図である。

【符号の説明】

1 画像入力部

2 背景画像抽出部

3 第1平均背景抽出部

4 第2平均背景抽出部

4' 第n平均背景抽出部

5 第1差分演算処理部

6 第2差分演算処理部

7 第3差分演算処理部

7' 第n+1差分演算処理部

8 第1局所領域内特徴抽出部

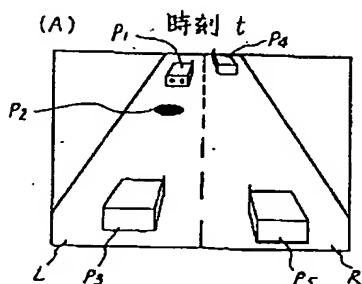
10 9 第2局所領域内特徴抽出部

10 第n+1局所領域内特徴抽出部

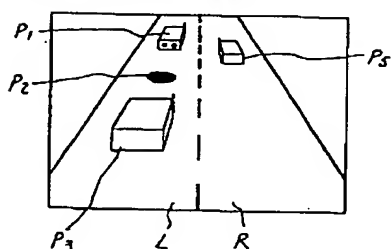
20 軌跡算出部

【図3】

原画像説明図

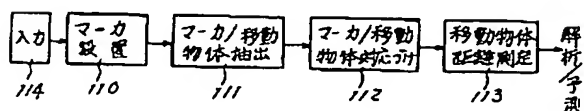


(B) 時刻 t + 数秒



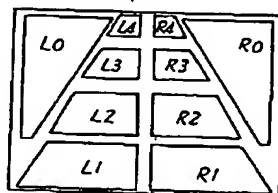
【図15】

本発明の第3実施例の概略図



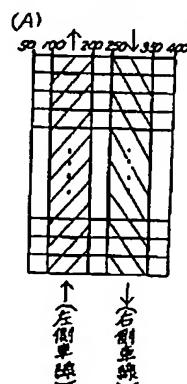
【図4】

局所領域説明図



【図18】

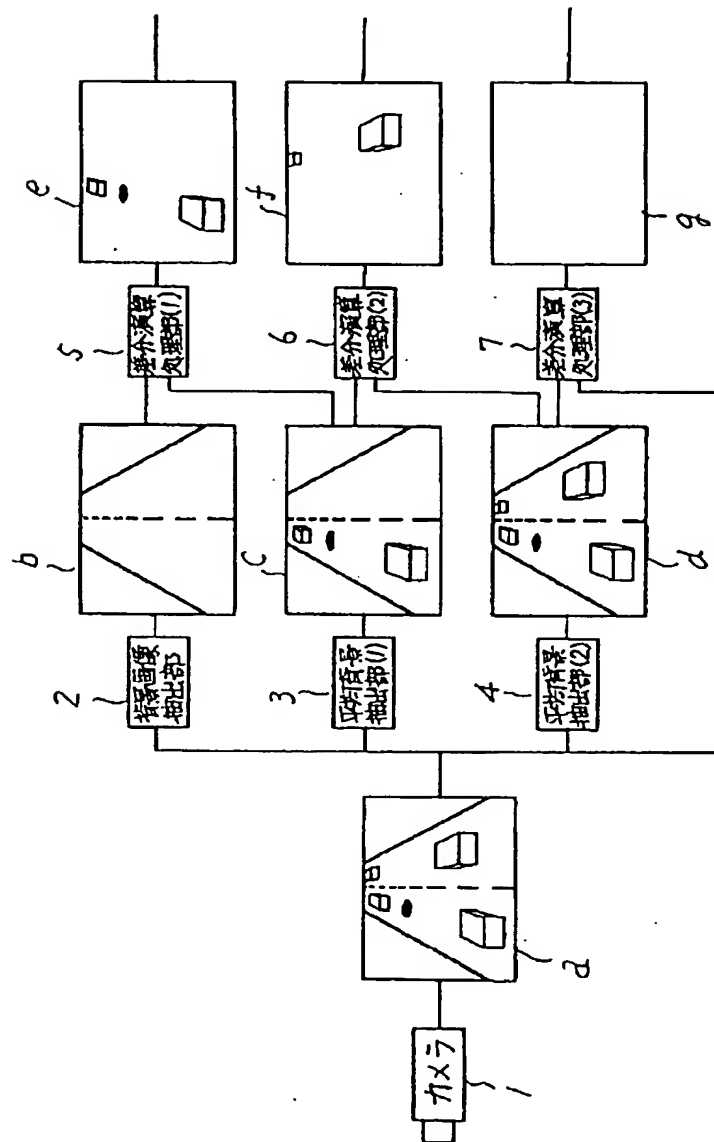
通行用処理領域設定説明図



(B)

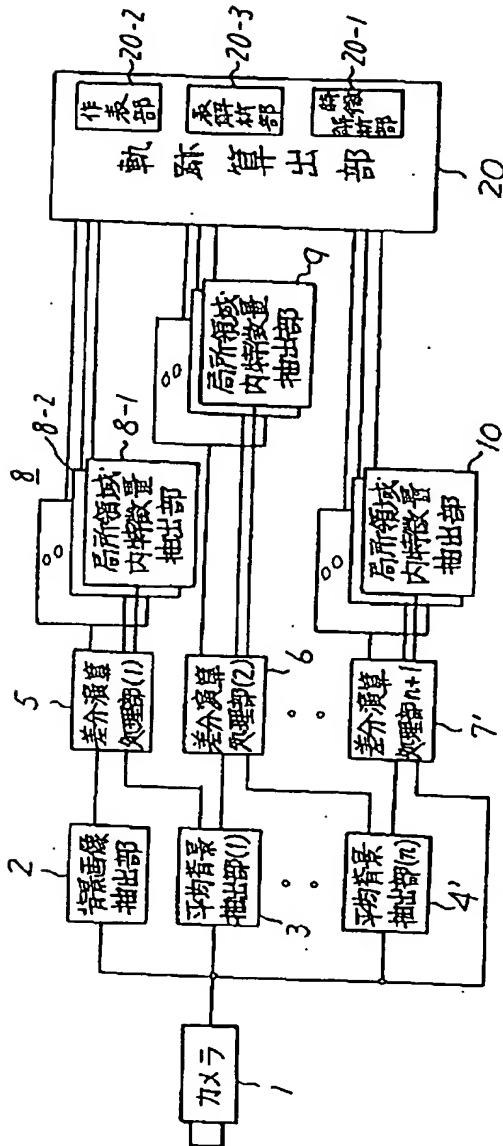
白線番号	左上端	右下端
P_1	(100, 0)	(200, 10)
P_2	(100, 20)	(200, 30)
\vdots		
P_{25}	(100, 480)	(200, 490)

本発明の原理図



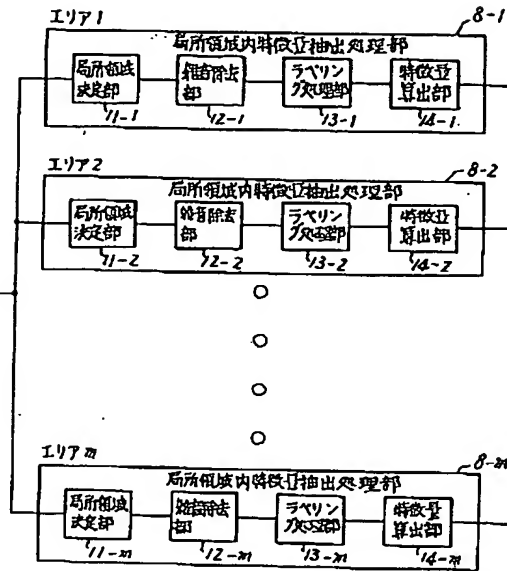
【図2】

本発明の一実施例構成図



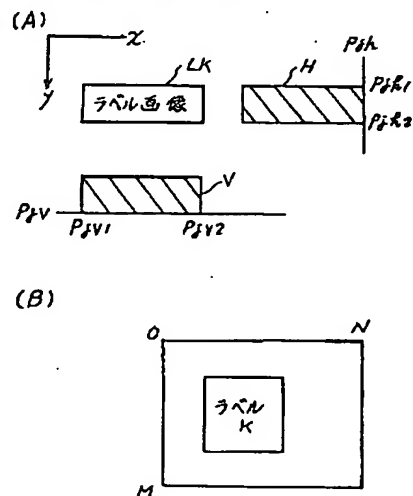
【図7】

局所領域内特徴量抽出部の説明図



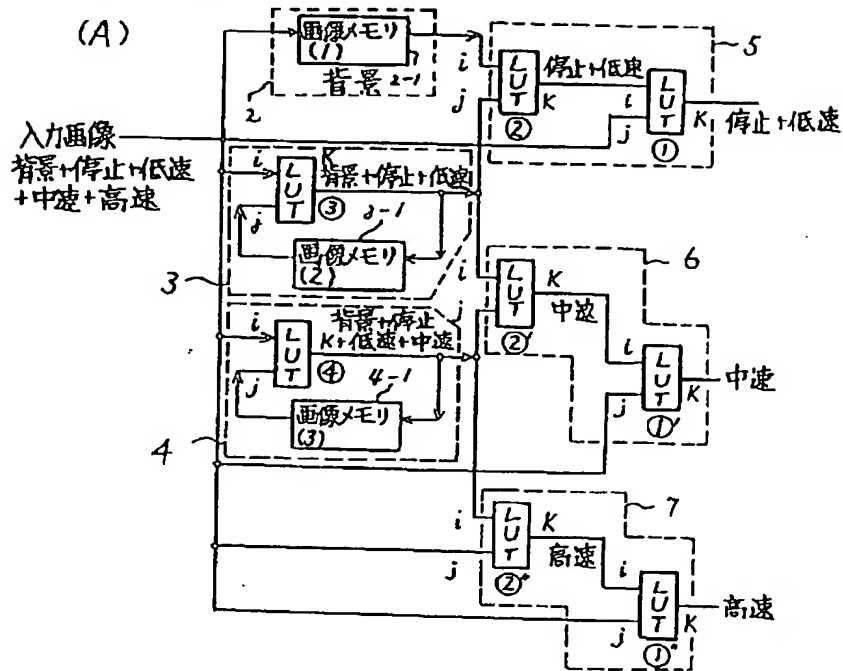
【図21】

ラベルの投影説明図



【図5】

速度画像抽出説明図



(B)

LUTの設定について

①の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } i \geq th1 \\ &\text{else} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= j \\ K &= 0 \end{aligned}$$

②の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } |i-j| \geq th2 \\ &\text{else} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= |i-j| \\ K &= 0 \end{aligned}$$

③の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } i = j \\ &\text{else } 0 \leq (i-j) \leq th31 \\ &\text{else } 0 \leq (j-i) \leq th31 \\ &\text{else } th31 < (i-j) \leq th32 \\ &\text{else } th31 < (j-i) \leq th32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= j \\ K &= j + \alpha31 \\ K &= j - \alpha31 \\ K &= j + \alpha32 \\ K &= j - \alpha32 \end{aligned}$$

④の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } i = j \\ &\text{else } 0 \leq (i-j) \leq th41 \\ &\text{else } 0 \leq (j-i) \leq th41 \\ &\text{else } th41 < (i-j) \leq th42 \\ &\text{else } th41 < (j-i) \leq th42 \end{aligned}$$

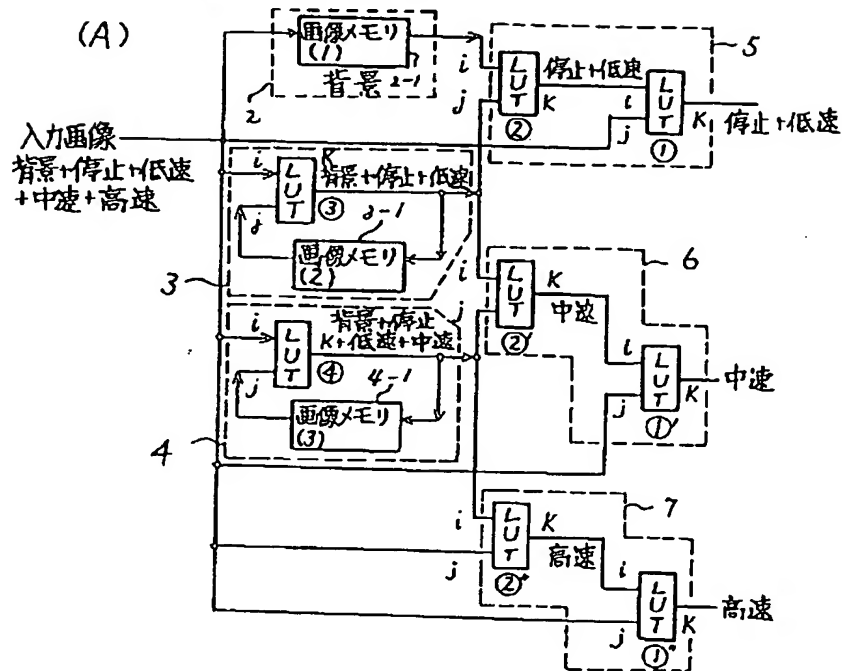
$$\begin{aligned} K &= j \\ K &= j + \alpha41 \\ K &= j - \alpha41 \\ K &= j + \alpha42 \\ K &= j - \alpha42 \end{aligned}$$

たとえば

$$\begin{aligned} th1 &= 5 & th2 &= 50 \\ th31 &= 10 & \alpha31 &= 1 & th32 &= 255 & \alpha32 &= 3 \\ th41 &= 10 & \alpha41 &= 1 & th42 &= 255 & \alpha42 &= 10 \end{aligned}$$

【図5】

速度画像抽出説明図



(B)

LUTの設定について

①の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } i \geq th1 \\ &\text{else} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= j \\ k &= 0 \end{aligned}$$

②の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } |i-j| \geq th2 \\ &\text{else} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= |i-j| \\ k &= 0 \end{aligned}$$

③の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } i = j \\ &\text{else } 0 \leq (l-j) \leq th31 \\ &\text{else } 0 \leq (j-i) \leq th31 \\ &\text{else } th31 < (l-j) \leq th32 \\ &\text{else } th31 < (j-i) \leq th32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= j \\ k &= j + \alpha31 \\ k &= j - \alpha31 \\ k &= j + \alpha32 \\ k &= j - \alpha32 \end{aligned}$$

④の場合

$$\begin{aligned} &\text{if } i = j \\ &\text{else } 0 \leq (l-j) \leq th41 \\ &\text{else } 0 \leq (j-i) \leq th41 \\ &\text{else } th41 < (l-j) \leq th42 \\ &\text{else } th41 < (j-i) \leq th42 \end{aligned}$$

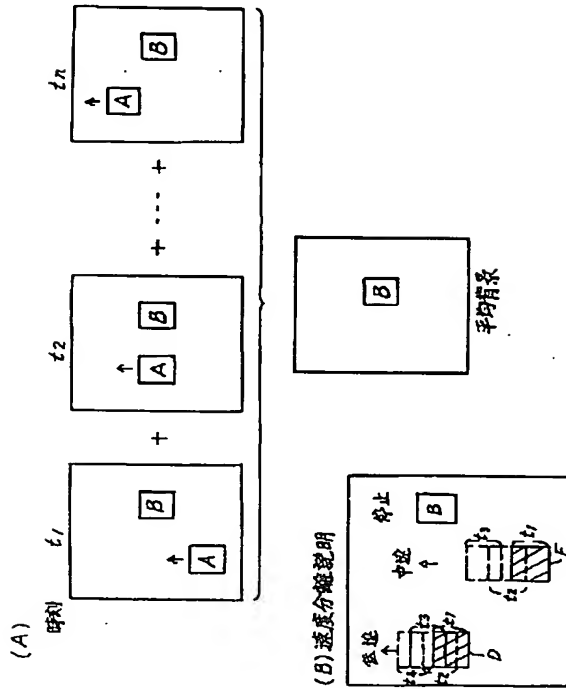
$$\begin{aligned} k &= j \\ k &= j + \alpha41 \\ k &= j - \alpha41 \\ k &= j + \alpha42 \\ k &= j - \alpha42 \end{aligned}$$

たとえば

$$\begin{aligned} th1 &= 5 & th2 &= 50 \\ th31 &= 10 & \alpha31 &= 1 & th32 &= 255 & \alpha32 &= 3 \\ th41 &= 10 & \alpha41 &= 1 & th42 &= 255 & \alpha42 &= 10 \end{aligned}$$

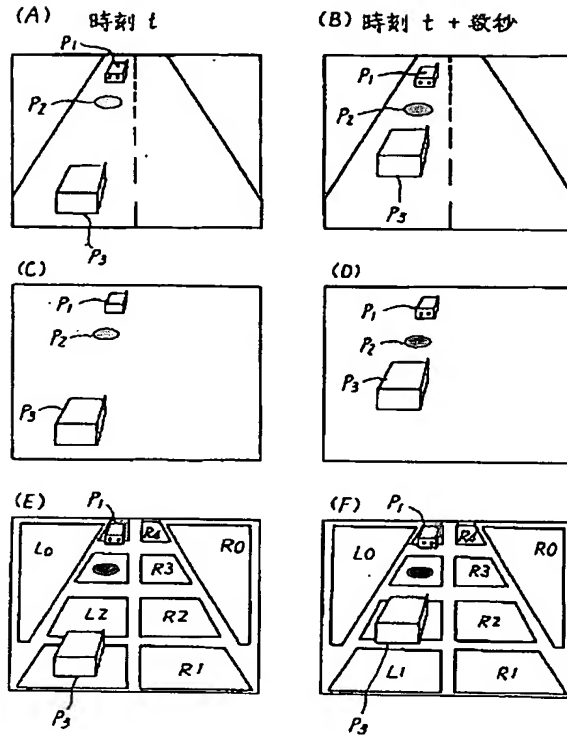
【図6】

速度の異なる対象物抽出の他の例



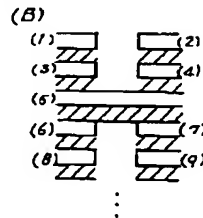
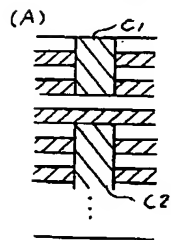
【図8】

停止+低速移動物体

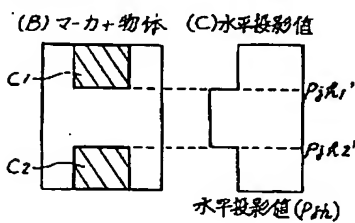
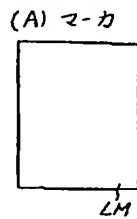


【図22】

白以外の車両が通過する場合



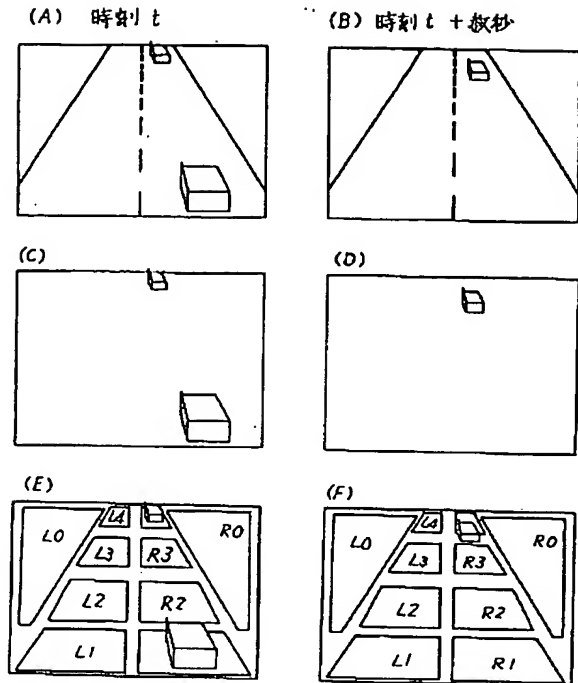
他の形状のマ-カ説明図



【図23】

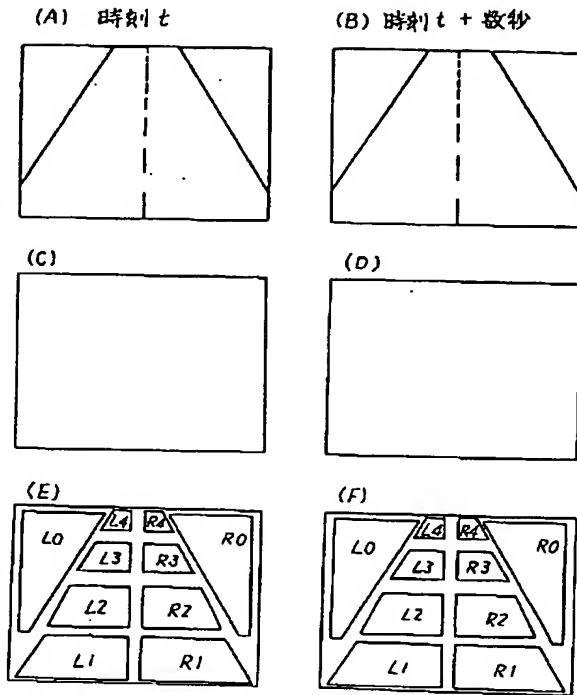
【図9】

中速移動物体



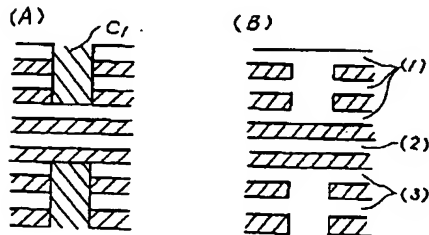
【図10】

高速移動物体



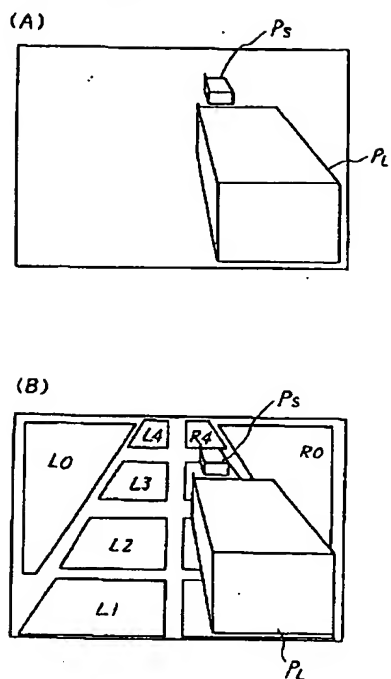
【図24】

白の車両が通過する場合



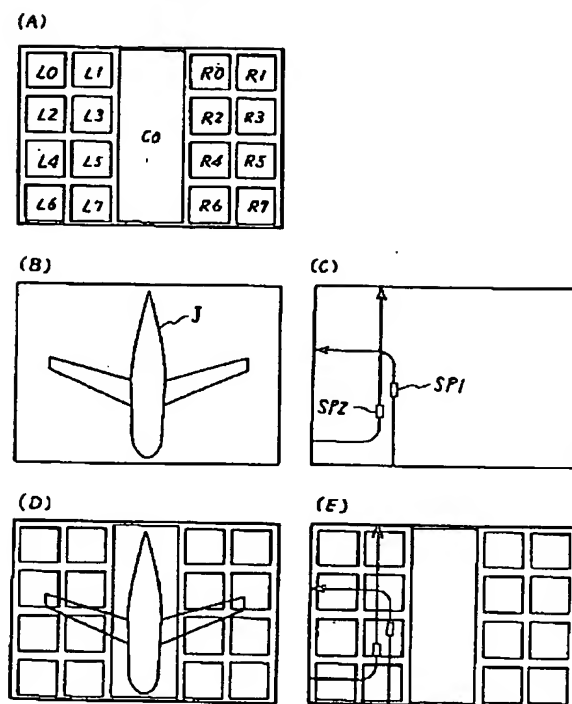
【図11】

大型移動物体



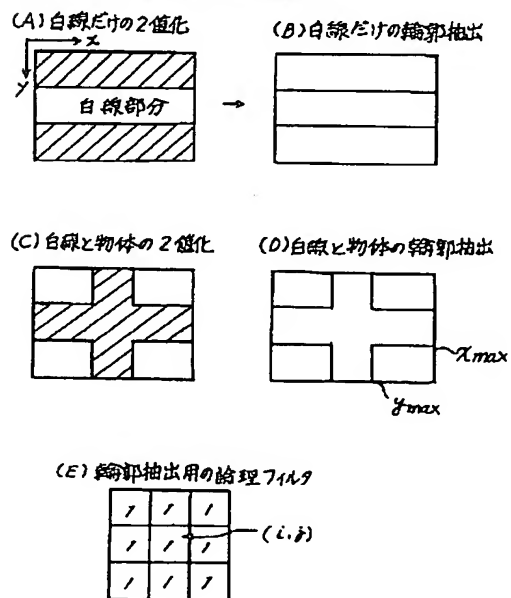
【図12】

スポット監視説明



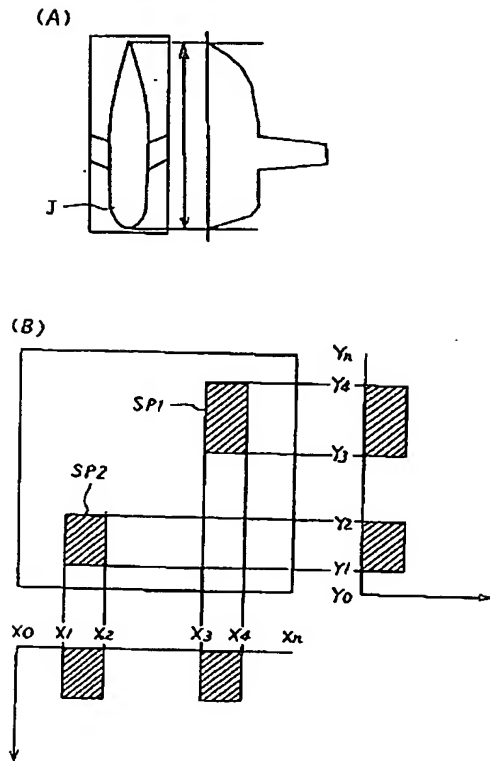
【図26】

連結領域輪郭情報抽出説明図



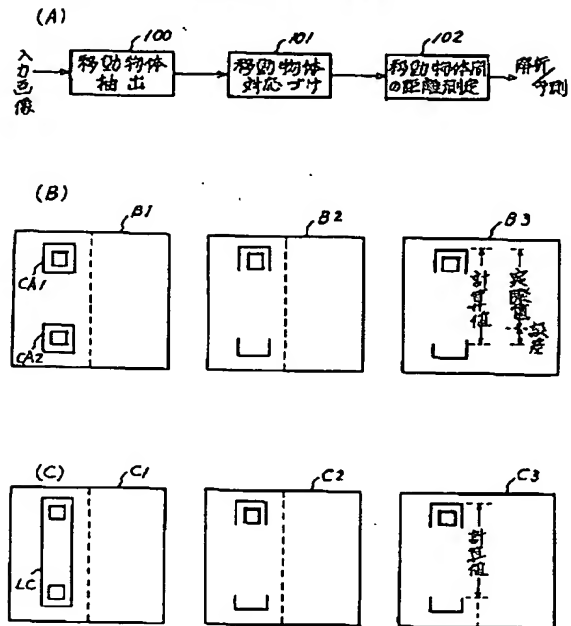
【図13】

投影値算出説明図



【図14】

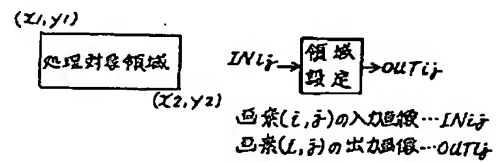
移動物体の動きの解析・予測の先行技術



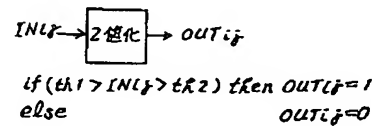
【図19】

処理対象出力、2値化状態及び雑音除去状態説明図

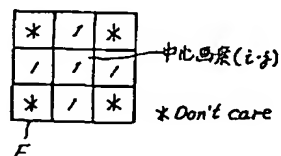
(A) 処理対象



(B) 2値化

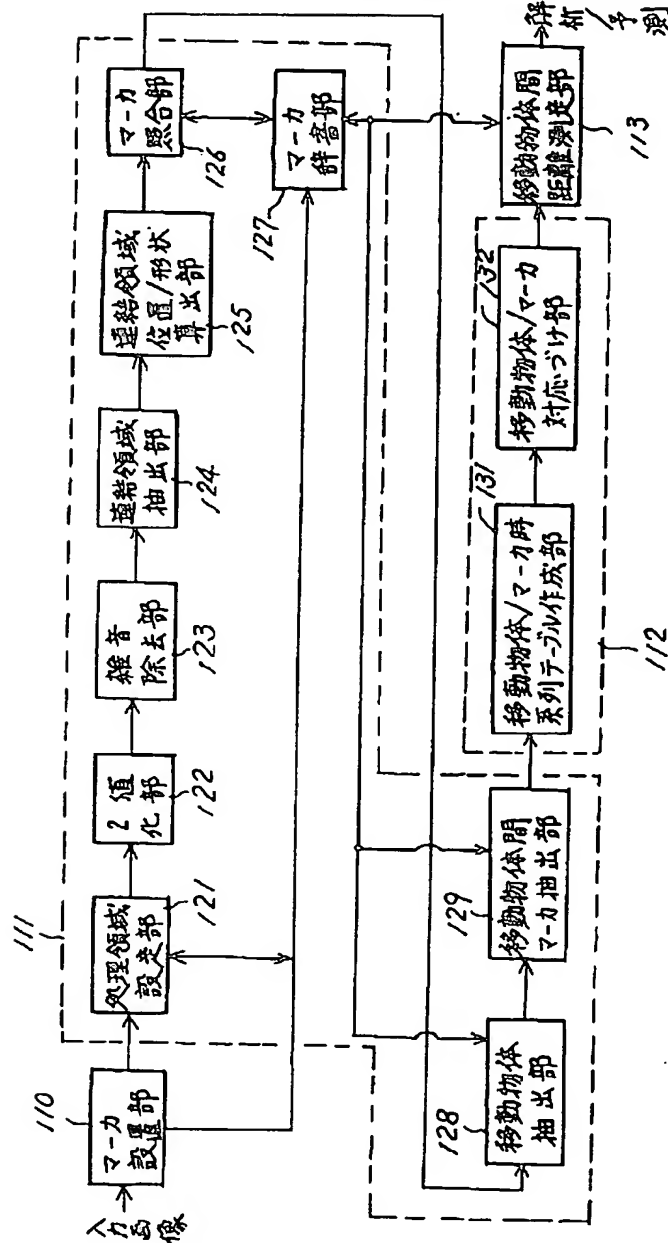


(C) 雑音除去



【図16】

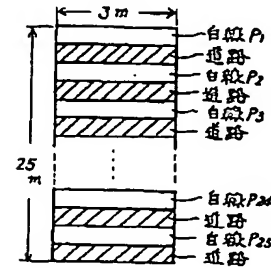
本発明の第3実施例の具体的構成図



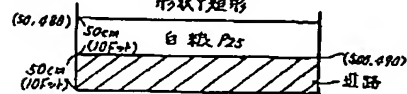
【図17】

マーカー設置状態及びマーカー群名登録状態説明図

(A)



(B)

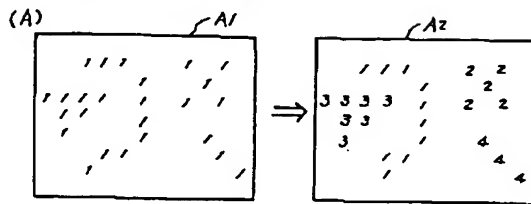


(C)

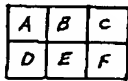
白線番号	左上端	右下端
P ₁	(50, 0)	(500, 10)
P ₂	(50, 20)	(500, 30)
⋮	⋮	⋮
P ₂₅	(50, 480)	(500, 490)

【図20】

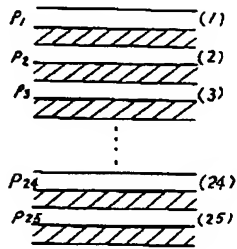
ラベル付加状態説明図



(B)



(C)



【図25】

テーブル説明図

(A) 移動物体存在時刻

時刻 0-5	T1	T2	T3	T4	T5
P1				0	
P2			0		
P3		0			0
P4	0			0	
P5			0		
...
P25					

(B) 移動物体の対応づけ

時刻 0-5	T1	T2	T3	T4	T5
P1					(1)
P2			(1)		
P3		(1)			(2)
P4	(1)			(2)	
P5			(2)		
...
P25					

(C) 移動物体間存在するマーク

時刻 0-5	T1	T2	T3	T4	T5
P1				0	
P2			0		
P3	0				0
P4				0	
P5			0		
P6	0				

(D) 間隔の対応づけ

時刻 0-5	T1	T2	T3	T4	T5
P1			(1)		
P2			(1)		
P3	(1)				(2)
P4				(2)	
P5			(2)		
P6	(2)				

(E) 複数のマークをまとめて対応した例

時刻 0-5	T1	T2	T3	T4	T5
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					